An Abstract of JP2000-29079

PROBLEM TO BE SOLVED: To save power of a waveguide type optical switch. SOLUTION: The thermooptical switch of a Mach-Zehnder type consists of two directional couplers 3 formed by bringing two waveguides 4 into proximate to each other on a substrate, two arm waveguides 4a, 4b connecting these directional couplers and a thin-film heater for shifting the phase of propagation light by imparting a thermooptical effect to these arm optical waveguides. A groove 6 for parting the arm optical waveguides to be imparted with the thermooptical effect is arranged in at least mid-way of the arm optical waveguides to be imparted with the thermooptical effect. An org. material having a thermooptical constant larger than the thermooptical constant of the arm optical waveguides to be imparted with the thermooptical effect is filled into this groove.

(19) 日本国特許庁(JP)

ď,

(z)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

1. 28) O 9907 作問っ こうこう

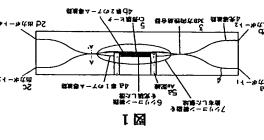
				大王 (P 2 C (43)公 公(43)公	200-28	(P2000-29079A) (43)公閏日 平成12年1月28日(2000.1
(51) Int. C1.		做別記号	ά. —		,r	テーマコード(参考)
GOZF	1/313		G 0 2 F	1/313	2	2H047
G 0 2 B	6/12			1/01	C	2H079
GO2F	1/01		G 0 2 B	6/12	H	2K002

	布查請 來	未替状	#	審査請求 未請求 請求項の数5	70		(全7頁)
(21) 出版每号	4	特勵平10-192223	9222	9		(71) 出類人 000004226	000004226
(22) 田麗日	中	龙10年7月	38 E	平成10年7月8日(1998.7.8)			日本 组信包 話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
						(72) 発明者	
							東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
						(72) 発明者	肥田 安弘
•							東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
							包信電話株式会社内
						(74)代理人	100083552
							弁理士 秋田 収喜
							最終頁に統く

(54) 【聡明の名称】 黙光幹スイッチ

(21) [要約]

請する2本のアーム導波路と、前配アーム光導波路に熱 【解決手段】 基板上で2本の導故路を2箇所で近接さ せてなる2つの方向性結合器と、前配方向性結合器を連 彼路の途中に当該アーム光導波路を分断する構が配置さ れ、核構に前配熱光学効果を与えるべきアーム光導故路 光学効果を与えて伝搬光の位相をシフトする辞謨ヒータ て、少なくとも前配點光学効果を与えるべきアーム光導 の熱光学定数より大きい熱光学定数を持つ有機材料が充 からなるマッハツェンダー型の熟光学スイッチにおい 【瞑題】 導被型光スイッチの省電力化をはかる。



坂されてなる。

.

路の熟光学定数より大きい熟光学定数を持つ有機材料が **ータからなるマッハツェンダー型の熱光学スイッチにお** [請求項1] 基板上で2本の光導被路を2箇所で近接 させてなる2つの方向性結合器と、前配方向性結合器を 連結する2本のアーム光導被路と、前記アーム光導被路 に熱光学効果を与えて伝搬光の位相をシフトする薄膜と いて、少なくとも前配熱光学効果を与えるべきアーム光 導波路の途中に当該アーム光導波路を分断する構が配置 され、該構に前記熱光学効果を与えるべきアーム光導波 充填されてなることを特徴とする熱光学スイッチ。

導波路の熱光学定数より大きい熱光学定数を持つ有機材 【請求項2】 基板上で2本の光導波路を2箇所で近接 させてなる2つの方向性結合器と、前配方向性結合器を 連結する2本のアーム光導被路と、前記アーム光導被路 **一タからなるマッハツェンダー型の熱光学スイッチにお** いて、少なくとも前記熱光学効果を与えるべきアーム光 導波路の途中に当該アーム光導波路を分断する構が配置 され、眩溝に前配熱光学効果を与えるべき前配アーム光 料が充填され、前配アーム光導被路及びヒータの外側端 部に熱伝導防止用溝が配置されてなることを特徴とする に熟光学効果を与えて伝散光の位相をシフトする薄膜 熱光学スイッチ。

【精水項3】 前記2本のアーム光導被路の双方に、2 本のアーム間で溝の全長が等しくなるように複数個に分 割された滞が配置されていることを特徴とする請求項1 又は2に記載の熱光学スイッチ。

ートル (μm) ~100マイクロメートル (μm) であ 【請求項4】 前記複数の谦闘の閻隔が30マイクロメ ることを特徴とする欝水頃3に記載の熱光学スイッチ。 前記薄膜ヒータが2本の前記アーム光導 波路の外側に配置されていることを特徴とする請求項1 又は2に記載の熱光学スイッチ。 [請求項5]

[発明の詳細な説明]

0001

[発明が属する技術分野] 本発明は、石英系光導故路を 用いた集積型光スイッチに関し、鮮しくは、石英系光導 て、その有機材料の熱光学効果を利用してスイッチング 波路の一部に構を加工し、その隣に有機材料を充填し を行う熟光学スイッチに関するものである。

\$

0002]

lightwave circuits," IEICE Trans. Electron., vol. 76 【従来の技術】従来、石英系光導被路を用いた集積型熱 光学スイッチに関しては、例えば H.Okuno et al.," 8x 8 optical matrix switch using silica-based plannea -C, no.7, pp. 1215-1223, July 1993. に群しく述べられて

[0003] このオイッチを図りに、また図9のCC′ 練の拡大断面図を図10に示す。

【0004】これは、2つの方向性結合器を用いたマッ 50 配置され、豚構に前配熱光学効果を与えるべき前記アー

8

特醒2000-29079

パツェンダ干渉計になっており、2本のアーム光導故路 4g,4bの光路長差をアーム光導被路の表面に配置し ものである。例えば、薄膜ヒータを駆動していない状態 た苺膜ヒータで制御することによりスイッチングを行う では2本のアーム光導被路48,4bはその光路長が等 しく、入力ポート2gから入射した光は出力ポート2d から出射され、入力ポート25から入射した光は出力ポ 一ト2cから出射される。

【0005】ここで、薄膜ヒータに電流を流し、2本の アーム光導被路48,4bの光路長差に1/2被長を与 えると、入力ポート28から入射した光は出力ポート2 cから出射される。 すなわち光のスイッチングが実現さ れる。このスイッチは多段構成による集積化が可能であ るため近年の光ネットワーク構築においてそのニーズが 高まりつつある。 2

[0000]

光学スイッチでは、およその、5ワットの消費電力が必 [発明が解決しようとする課題] 従来技術で紹介した熟 要であった。よって、10個オーダーを同一基板上に集 徴したものでは数ワットの発熱があった。 このようなス イッチを交換機や伝送装置に組み込む際、その実装密度 はスイッチ部の発熱量で倒限される。このため導波型光 スイッチの省電力化が課題となっていた。 ន

【0007】本発明の目的は、導液型光スイッチの省電 本発明の前配ならびにその他の目的と新規な特徴は、本 明細書の記述及び旅付図面によって明らかになるであろ 力化をはかることが可能な技術を提供することにある。

[0008]

【瞑題を決決するための手段】本願において開示される 発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、 以下のとおりである。 ဓ

2本のアーム光導放路と、前記アーム光導放路に熱光学 なくとも前記熱光学効果を与えるべきアーム光導波路の 途中に当該アーム光導波路を分断する構が配置され、該 (1) 基板上で2本の光導放路を2箇所で近接させてな る2つの方向性結合器と、前配方向性結合器を運結する 効果を与えて伝燈光の位相をシフトする斑膜ヒータから なるマッパツェンダー型の熱光学スイッチにおいて、少 構に前記熱光学効果を与えるペきアーム光導破路の熱光 学定数より大きい熱光学定数を持つ有機材料が充填され 【0009】(2) 基板上で2本の光導波路を2箇所で 近接させてなる2つの方向性結合器と、前配方向性結合 器を連結する2本のアーム光導被路と、前配アーム光導 波路に熱光学効果を与えて伝搬光の位相をシフトする薄 ム光導波路の途中に当該アーム光導波路を分断する構が 膜ヒータからなるマッパツェンダー型の敷光学スイッチ において、少なくとも前記熱光学効果を与えるべきアー

に、2本のアーム間で隣の全長が等しくなるように複数 個に分割された群が配置されている。 (4) 啠記技数の讲回の回隔が30トイクロメートラー

1000イクロメートルやめる。 (5) 前記薄膜ヒータが2本の前記アーム光導波路の外

愈に配置されている。

皮による屈折啐変化を利用して光スイッチを実現する。 力化を図るため、本発明の光スイッチでは、有機材料の 学効果の大きな有機材料を完填して、その有機材料の温 ンダ干海軒のアーム光導被路に溝を加工し、そいに熱光 大きな熱光学効果を利用する。具体的には、マッハツェ 【0011】すなわち、前述の導液型光スイッチの省田

ものは同一符号を付け、その繰り返しの既明は省略す 脳の形態 (実施例) とともに詳細に説明する。なお、実 趙例を説明するための金図において、同一機能を有する 【0012】以下、本路明について、図面を参照して映

図、図3は図1のA-A、線で切った拡大財面図、図4 構成を示す平面図、図2は図1の薄膜に一夕近傍の拡大 は図2のB-B/袋で切った描大原面図である。 る 実施形態 1の光導数路を用いた熱光学スイッチの振路 【発明の実施の形態】(実施形態1)図1は本発明によ

の熱光学効果を利用してスイッチング機能を実現してい が石英ガラスの熱光学効果を利用していたのに対し、本 **発明の終光年スイッチはツリコーン抽脂などの有機材料** 早期のメイッチへめる。 ただし、 紋束の繋光針 メイッチ ン茘板上の石英系光導被路を用いたアッパジョンダ干渉 【0014】本政施形態1の熱光学スイッチは、シリコ

ーン樹脂を図布した図板である。 光頌されている神、6 m はシリコーン樹脂、7 はシリコ 版、6は有機材料(例えばシリコーン樹脂を用いる)が 5 a, 5 bは斑膜ヒータの電極、5 cは薄膜ヒータ保存 光導波路、4 b は第2のアーム光導波路、4 c はクラッ 合器 (例えば3dBのものを用いる)、4は光導波路 の出力ポート、2 dは第2の出力ポート、3 は方向拍路 1の入力ポート、2 bは第2の入力ポート、2 cは第1 シリコン基板を用いる)、2は入出力ポート、2 a は第 ドガラス、5は郊膜ヒータ(例えばCrをからなる)、 【0015】図1乃至図4において、1は基板(例えば (例えば石灰系ガラスを用いる)、4mは第1のアーム

40

歪図4に示すように、基板(シリコン基板)1上で2本 の光導波路(石英系光導波路)2を2箇所で近接させて なる20の方向性結合器 (3 d B) 3 と、この方向性結 【0016】本庭施形態1の熱光学スイッチは、図1乃

> 効果を与えるべきアーム光導被路 4 a , 4 b の熱光学定 る) 5 からなるマッハシェンダー型の熱光学スイッチで 合器3を連結する2本のアーム光導波路4m, 4bと、 数より大きい熱光学定数を持つ有機材料が充填されてな 前記アーム光導被路4a,4bに熱光学効果を与えて伝 光導被路4a,4bの途中に当該アーム光導被路4a, あって、少なへとも前記熱光学効果を与えるべきアーム **撥光の位相をシフトする搏慄ヒータ(例えばCrを用い** 4bを分断する牌6が配置され、この牌6に前記熱光学

は、全体として同じ光路長になるように設計されている 圧を印加しない場合、2本のアーム光導波路4a, 4b ため、第1の入力ポート2aから入射した光は第2の出 ガポート2dから出外がれる。 作原理を説明する。 薄膜に一タ5の鶴極5a,5bに匍 【0017】以下に本実施形態1の熱光学スイッチの動

" (1/°C) であるため、2本のアーム光導波路4a, には、第1のアーム光導被路4mにのみ構が形成されて 4 bにとって揖6以外の部分は、対象にしへのたたいる 度が上昇する。この場合、2本のアーム光導波路4 a, 圧を印加して加熱すると、図2の斜線で示す領域8の温 4 bに光路長差が発生する。 るのに対して石英采ガラスの熱光学定数が1×10、 おり、その俳6に充填したシリコーン樹脂(有機材料) ため光路長楚は生じない。しかし、温度上昇がある領域 6 a が — 3. 7 × 10~ (1 /℃) の熱光学定数を有す 【0018】次に、海豚ドータ5の鶴蔵5a, 5bに鶴

5の幅を20タイクロメートル、溝6の深さを30タイ 1本当りの溝6の本数を20本、2本のアーム光導校路 6の間隔を50ケイクロメートル、アーム光導波路4の 1 ハリメートプ、苺の長むを15 アイクロメートプ、油 クロメートルに設計した。 4 a , 4 b の間隔を 5 0 b イクロメートル、排版に一タ 【0019】本実施形態1では、薄膜ヒータ5の長さを

の本質的な項目ではなく、プロセス的に可能になれば、 生じた。この時の薛陵に一夕5への宋結亀力、すなわち 光1.55マイクロメートルの1/2被長の光路長差が a, 4bのコアの位置において約1℃の温度上昇で信号 より消費電力の小さな熱光学スイッチが実現される。 5 をシリコーン樹脂 6 a の真上からずらすことは本発序 することが難しからたためたある。 よって、 海震に ータ セス的にシリコーン樹脂 6 a の上に稗膜ヒータ 5 を形成 形態 1 の熱光学 スイッチの消費 臨力がふさいことが暗器 の黙光学スイッチの10分の1以下の値にあり、木実施 スイッチ電力は42ミリワットであった。この値は従来 【0021】本実施形態1の場合、アーム光導波路4 (有機材料) 6mの其上に配置していない理由は、プロ 【0020】いいた、海豚ドータ5をシンローン츂脂

【0022】図1の第2のアーム光導液路4bに設けた

8

bの光損失を奪しくするために殴けている。 塾が生じないため、及び2本のアーム光導被路4 a . 4 度に依存して2本のアーム光導被路4a,4bの光路長 拼 6 及びそいに充填したシリコーン樹脂 6 a は、環境値

て、シリコーン樹脂 6 a を充填する牌 6 は、連結した一 **依装するツリコーン装脂の果まの合軒なめる。 つたがし** 脂の熱光学効果を利用しているため、重要なことは光が 【0023】本発明の黙光学スイッチは、シリローン樹

導被路4a, 4bのコアを分断する牌6には光の閉じこ 大するものである。 図5に示すように、降6の長さとともに指数関数的に増 め構造がなく、光の放射損失が生じ、この放射損失は、 たのは以下の事情によるものである。すなわち、アーム ーン樹脂6 a を充填する牌6を図2に示すように分割し 【0024】しかしながら、本実施形態1でそのシリコ

の吹れや15トイクロメートプ、喧闘や50トイクロメ から流6の間隔は30~100アイクロメートルの時に った。この放射損失が本発明のマイナス点である。 放射損失が小さくなる。よって、本実施形態1では溝6 **射損失が格段に少なくて済む。また、特開平1-560** ートルと設計した。この時の放射損失は0.6dBであ 3 4公報に開示されているように、放射モードとの関係 りも15マイクロメートルも撰6が20本あるほうが放 も小さい。 すなわち、300アイクロメートルの揖のよ 小さく抑えられ、全損失は連結した一つの隣の場合より て複数個の牌6に分割すれば、1個1個の牌6の損失は 【0025】したがって、目的とする講6の長さに対し

法でアーム光導被路4g,4bのコアガラスをパターン た後、フォトリングラフィ法と反応性イオンエッチング 法で堆積する。それを1000℃以上の高温で透明化し 化することによって埋め込み光導故路4,4a,4bを 化する。さらに、上部クラッドガラス(透明化後の厚み 法を述べる。シリコン基板1上に下部クラッドガラス 20マイクロメートル)4cを火炎堆積法で堆積、透明 ラス(透明化後の厚み1マイクロメートル)を火炎堆積 (透明化後の厚み40マイクロメードル) 4c、ロアガ 【0026】以下に図1に示した熱光学スイッチの作製

5の表面に堆積する。ここまでは、従来の熱光学スイッ 〇』を2マイクロメートル程度スパッタ法で辞版に一タ 線を形成する。必要に応じて、保護膜5cとしてのSi チの存製法と回じたある。 し、その堆積したCT及びAuをフォトリングラフィ法 とウェットエッチング法により檸檬ヒータ 5 及び砲気配 【0027】次に、真空蒸着法でCr及びAuを堆積

応告イオンエッチング法により講6を加工し、その講6 にシリローン街腦を充填したいる。本実福形િ1 たは、 コアとクラッドの屈折率證を0.45%に設定した。 【0028】本発明では、さらに、リングラフィ法と反

> ぐことを目的としている。 たに排9を追加した理由は不要な領域への黙の拡散を防 の外回婚的に新たに做9を配置している点が異なる。新 であるが、アーム光導故路4a、4b及び檸檬ヒータ5 は、図6に示すように、ほとんど質問実施形態1と回じ **油拍大図である。本実施形態2の繋光学スイッチの構造** の熟光学スイッチの薄膜ヒータ付近の概略構成を示す中 【0029】(実施形飾2)図6は本発明の実施形飾2

ö 伝導率が低いため、本実施形態2で断たに追加した練9 リワットにすることができた。 ることができスイッチ鶴力を約1割伍貸して、約38% を設けることにより、海膜ヒータ5の海熱偏域を限位す 【0030】シリョーン袋脂は石灰米ガラスに氏くた駅

ているほうが好ましい。 は新たに追加した溝の中は熱伝導率の小さな空洞になっ 中にシリコーン使脂が先填されているが、より好ましく 【0031】本実施形態2では、作製の容易さから構の

施形態3の熱光学スイッチは、図7に示すように、前記 以下の値であった。 さは、前記実施形態1と同じ値に設計した。この時のス | 揖6の延尾、溝6の米数、鎌殿に一夕5の島、溝6の森 の温度控を利用する。このため2本のアーム光導改略4 るとやや大きな値ではあるが、従来型に比べると1/5 イッチ低力は88ミリワットと前記実施形態1に比較す らにアーム光導政路4a、4bの間隔が異なる。 浮膜ヒ の熱光学スイッチの振路構成を示す平面図である。本実 a、46の回隔や125タイクロメートルと設計した。 タ5によって勝起した2本のアーム光導液路4g、4b へ、その外回に配置した。本政協形態3では、辞版に一 ータ5は、2本のアーム光導液路4a、4bの間ではな 浜街形位1と比較して森6及び絳驤に一夕5の配置、な 【0032】(実施形態3)図7は本発明の実施形態3 【0033】その他、苺膜ヒータ5の長、緯6の長さ、

して不要な領域への際の損骸を防ぐことを目的としてい 配置している点が異なる。その理由は、加熱領域を限定 の外側とアーム光導被路4aと4bの間に新たに隣9を ほとんど前記実施形態4と同じであるが、郷膜ヒータ5 形態4の熱光学スイッチの構造は、図8に示すように、 熟光学スイッチの概略構成を示す平面図である。 本実施 る。この構造によりスイッチ電力を2割程度低減して約 70ミリワットにすることができた。 【0034】(実施図4)図8は本場明の実施形御4の

第1の入力ポート2aから第2の出力ポート2d)が戻 アーム光導液路4aと4bで光路長옆が0となり、溶膜 ヒータ5〜の亀圧印加がない状態でクロス出力(図1の 4gと4bは繏の乗さを装箔で降しへしたため、20の 【0035】前記実施形態では、2つのアーム光導被路

5 ム光導波路4aと4bとの光路長憩が生じない」「2本 【0036】さらに、「吸夷値度に依存して2米のアー $\widehat{\mathfrak{E}}$

称曜2000-29079

Ļ

٨..

9

٠,

利点があった。しかしながら、マッハツェンダ型の熱光 华スイッチでは、必ずしも亀圧を印加しない状態で2本 場合だけではなく、例えば、2本のアーム光導波路4m と4bとの位相差を1/2故長に設定して遊膜ヒータ5 への電圧印加がない状態でスルー出力 (図1の第1の入 カポート2gから第1の出力ポート2c)にする必要が のアーム光導波路4aと4bとの損失が等しい」 という のアーム光導徴略4aと4bとの位相差を0にしておく あることもある。 【0037】この場合は、熱光学効果が比較的小さい石 り、「2本のTーム光導改略4aと4bとの光路長差が 英系光導被略の光路長差を1/2故長設けることによ 環境温度にほとんど依存しない」 スイッチが実現でき

【0038】以上、本発則を、前配実施例に基づき具体 的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるも のではなく、その要旨を逸脱しない範囲において猫々変 **贝可能であることは勿論である。**

てシリコーン樹脂を用いたが、これに限らず熟光学定数 [0039]例えば、前記実施形態では、有機材料とし (屈折率の塩度変化) が光導欲路の熱光学定数より大き なものであれば良いことは明らかである。一般に、有機 材料の屈折率は負の値を示し、その絶対値は石英系光波 路の10倍以上大きな温度計数を示すものが多く、シリ コーン以外の種々のものが適用できる。

[0040]

消費電力が少なく集積化が可能な熱光学スイッチが実現 [発明の効果] 以上説明したように、本発明によれば、

[図面の簡単な説明]

[図1] 本発明による実施形態1の光導波路を用いた熱 光学スイッチの概略構成を示す平面図である。

一夕付近の概略構成を示す平面拡大図である。

2

[図8] 本発明の実施形態4の黙光学スイッチの概略構

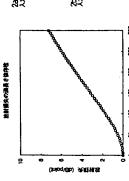
成を示す平面図である。

[図9] 従来の石英系光導故路を用いた集積型光スイッ

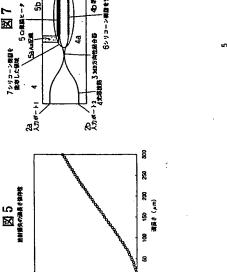
[図10] 図9のCC′ 線の拡大図である。

配置された群(アーム光導放路分断用溝)、6a…シリ コーン樹脂、 2 …シリコーン樹脂資布図板、 8 …韓膜F ータにより加熱される領域、9…熱伝導防止用溝。

[図7] [図 [2]

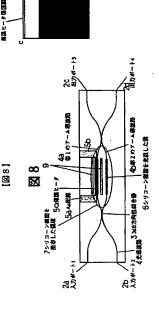


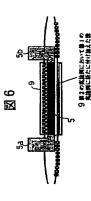
4D係2のアート単位的 6シンコーン製団を光枝した採 <u>~</u> 4次级技路 330万种性结合器 7シンコーン製品を報告した金銭 23 X7#*- F1 Z Zas



[図10]

図10





í.

特開2000-29079

[図3] 図1のA-A、様で切った甘大断面図である。 [図4] 図2のB-B′ 線で切った拡大断面図である。 [図6] 本発明の実施形態2の熱光学スイッチの薄膜ヒ

[図1] 本発明の実施形態3の熱光学スイッチの蝦略構 成を示す平面図である。

チの全体図である。

b…第2の入力ポート、2 c…第1の出力ポート、2 d 1…基板、2…光導液路、2ョ…第1の入力ポート、2 路、48…第1のアーム光導波路、4b…第2のアーム 光導波略、4c…クラッドガラス、5…薄膜ヒータ、5 6…有機材料が充填され、アーム光導波路の途中に …第2の出力ポート、3…方向性結合器、4…光導故 a, 5b…薄膜ヒータの電極、5c…薄膜ヒータ保護

Ω ⊠

48 番1の7- 4事政府

3

2a X3#-11

6ケリコーン教師を対象した教

図二

(図2)

[図]

9

[図2] 図1の薄膜ヒータ近傍の拡大図である。

[図5] 構の深さと光の放射損失との関係を示す図であ

18.00

代クランド

68ツリコーン変型 50時間とーチ

4Cクラッド

4

Pc 海路ドータ保護院

<u>网</u>

[図4]

[図

<u>図</u>

[符号の説明]

ន

[9図]

特開2000-29079

3

[8 图]

2b / 3xm为内性积合图 人为#一 13 3xm为内性积合图 4D第2のアーム導機器 43祭1のアーム母組路

レロンマムージの銃や

(72) 発明者 杉田 彰夫 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内

F ターム(参考) 2H047 AA03 AB04 DD01 EE03 EE12 EE24 GG04 GG05 HH08 2H079 AA06 BA03 CA05 DA03 DA17 DA22 EA04 HA22 JA03 JA07 2K002 AB04 AB13 BA13 CA02 CA06 CA22 DA07 EA04 FA06 FA17